

Bibliotheek  
Proefstation  
Naaldwijk

A  
og  
K  
73

# PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS TE NAALDWIJK

Regeling van de nachttemperatuur op basis van een gerealiseerde  
temperatuursom en een gewenste etmaalsom

augustus 1985

Intern verslag nr. 37

2217468

REGELING VAN DE NACHTTEMPERATUUR OP BASIS VAN EEN GEREALISEERDE TEMPERATUUR-  
SOM EN EEN GEWENSTE ETMAALSOM.

A. de Koning  
augustus 1985

INHOUD

Samenvatting	2
1. Inleiding	3
2. Werking van het regelprogramma	
2.1 Regelen op basis van een gerealiseerde temperatuursom	3
2.2 Lichtinvloed	6
3. Resultaten en discussie	7

Bijlage: Programmalisting met extra commentaar.

#### SAMENVATTING.

Met het regelprogramma dat in dit verslag beschreven wordt kan nauwkeurig een bepaalde gewenste gemiddelde etmaaltemperatuur bereikt worden. Het setpoint voor de nachttemperatuur wordt gedurende iedere minuut van de nacht opnieuw berekend uit de gewenste gemiddelde etmaaltemperatuur, de gerealiseerde temperatuur tot dan toe, en de resterende nachtduur. Het setpoint voor de nachttemperatuur wordt dus berekend op basis van een voorgeschiedenis. Computerstoringen e.d. verminderen de kennis van de voorgeschiedenis en zouden zo tot foutieve en zelfs extreme setpoints kunnen leiden. Kortdurende storingen worden redelijk door het programma opgevangen. Het programma is ontwikkeld voor een proef met verschillende dag/nacht temperatuurregimes. Instraling kan het verschil tussen de ingestelde regimes vervagen. Het vervagen van de verschillen wordt met dit programma tegengaan door zowel de dagtemperatuur als de gewenste gemiddelde etmaaltemperatuur o.i.v. de instraling te verhogen.

## 1. INLEIDING.

Het in dit verslag beschreven regelprogramma is ontwikkeld t.b.v. een temperatuurregime proef met gebruik van restwarmte. Bij gebruik van restwarmte in de praktijk zal slechts een deel van de warmtevraag (basislast) gedekt worden door de restwarmte. De pieklast zal geleverd worden door een conventionele verwarmingsinstallatie. Gegeven de capaciteit van beide verwarmingssystemen zal men streven naar een zo groot mogelijke bijdrage van de restwarmte in de totale warmtebehoefte. Deze bijdrage kan men vergroten indien men niet een strak temperatuurregime hoeft te volgen, maar meer kan werken met een gewenste gemiddelde temperatuur over een bepaalde tijd. Op fysiologische gronden is het aannemelijk dat men tussen bepaalde grenzen de temperatuur kan varieren zonder dat dit de groei en de ontwikkeling veel zal beïnvloeden, op voorwaarde dat een bepaalde gemiddelde temperatuur bereikt wordt.

Een belangrijke vraag bij het regelen naar een gemiddelde temperatuur is of dag- en nachttemperatuur zonder meer opgeteld kunnen worden, m.a.w. zijn dag- en nachttemperatuur voor een plant gelijk. Deze vraag is alleen goed te beantwoorden als in een proef verschillende dag- en nachttemperaturen gerealiseerd kunnen worden zonder dat de gemiddelde etmaaltemperatuur verandert. Om dit te bereiken is het verwarmingsgedeelte van het bestaande regelprogramma aangepast.

## 2. WERKING VAN HET REGELPROGRAMMA.

### 2.1 Regelen op basis van een gerealiseerde temperatuursom.

Het regelprogramma probeert een gewenste gemiddelde etmaaltemperatuur (of etmaalsom) te bereiken, waarbij het etmaal van begin dag tot einde nacht loopt. De grenzen van de dag en de nacht kunnen aan de astronomische klok gerelateerd worden. De bepaling van de gewenste dagtemperatuur verloopt op normale wijze, d.w.z. met een vast setpoint en evt. een lichtverhoging. Gedurende de nacht wordt het temperatuursetpoint berekend uit de tot dan toe gerealiseerde temperatuur en de gewenste gemiddelde temperatuur. Bij dit programma moet daarom een dag- en een gewenste gemiddelde etmaaltemperatuur i.p.v. een dag- en een nachttemperatuur opgegeven worden. Het regelprogramma werkt met sommen, zodat in het vervolg gesproken zal worden over een gewenste gemiddelde etmaalsom en een gerealiseerde temperatuursom. In de nacht wordt het temperatuursetpoint als volgt berekend:

$$\text{SETPOINT NACHTTEMPERATUUR} = \frac{\text{GEWENSTE ETM.SOM} - \text{GEREALISEERDE TEMP.SOM}}{\text{RESTERENDE NACHTDUUR}}$$

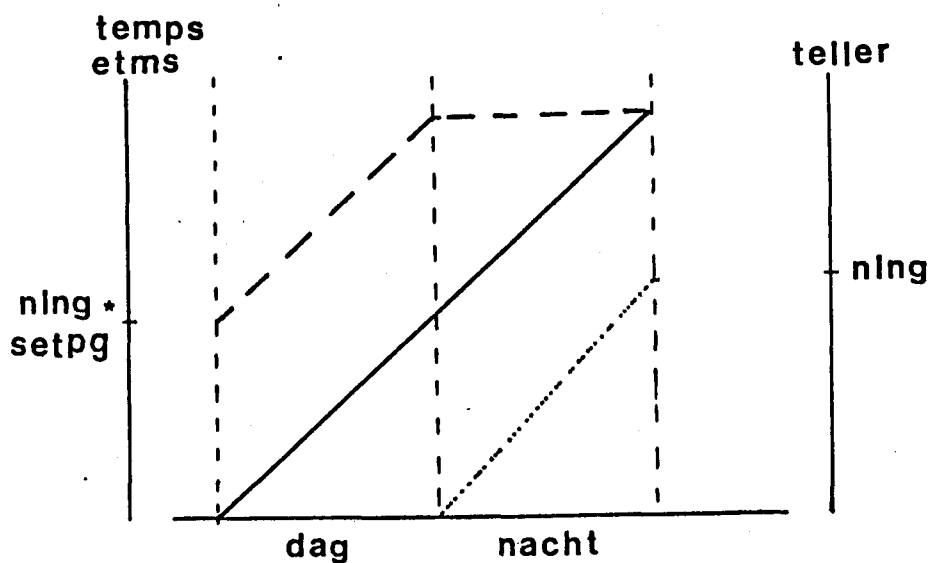
Met een dergelijk programma, waarin een setpoint berekend wordt uit een voorgeschiedenis moet men er ook op bedacht zijn dat a.g.v. b.v. computerstoring een deel van de voorgeschiedenis niet wordt opgenomen of verloren kan gaan. In het regelprogramma wordt het berekende setpoint nachttemperatuur gecontroleerd op extreme waarden. Extremen kunnen voorkomen na computerstoring, maar ook bij te weinig verwarmingscapaciteit (setpoint loopt gedurende de nacht op) of te weinig afkoeling van de kas (setpoint daalt). Om de waarde van het programma (het bereiken van een bepaalde gemiddelde temperatuur) niet te veel geweld aan te doen, moeten deze begrenzingsen ruim gekozen worden, d.w.z. op waarden die voor de plant net niet schadelijk zijn (b.v. tomaat: min. 12 oC en max. 30 oC). Door de minimum en de maximum begrenzing eenzelfde waarde te geven werkt het programma zoals een programma met een vast setpoint.

Kortdurende (tot enkele uren) computerstoringen overdag kunnen redelijk opgevangen worden door de gewenste etmaalsom tijdens de dag iedere minuut op te hogen met de gewenste gemiddelde temperatuur i.p.v. deze som reeds aan het begin van de dag de waarde  $1440 * \text{gewenste gemiddelde temperatuur}$  te geven. Op de dag worden zodoende de gerealiseerde temperatuursom als de gewenste etmaalsom iedere minuut met ongeveer eenzelfde waarde opgehoogd. Bij storing worden ze beiden niet opgehoogd zodat het verschil tussen de sommen konstant blijft.

Tijdens de nacht moet de gewenste etmaalsom gelijk blijven, zodat bovenstaande oplossing voor de dag niet voor de nacht toegepast kan worden. Bij storing in de nacht wordt de factor resterende nachtduur niet veranderd. Zodoende blijft bij storing de gewenste etmaalsom, de gerealiseerde temperatuursom en de resterende nachtduur gelijk, en hiermee ook het berekende setpoint. De resterende nachtduur wordt berekend door de totale nachtduur te verminderen met een teller welke tijdens de nachtperiode wordt opgehoogd.

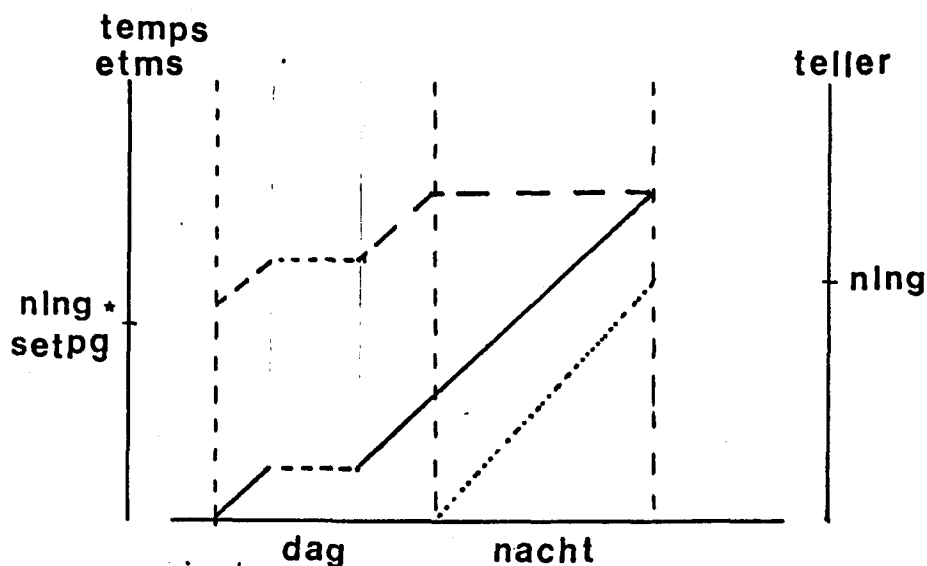
Aan het begin van de dag moeten de sommen weer op een initiele waarde gezet worden. Voor de gerealiseerde temperatuursom is dit 0. De gewenste etmaalsom wordt op de waarde  $\text{gewenste gemiddelde temperatuur} * \text{nachtlengte}$  gezet, tijdens de dag wordt dit dan aangevuld tot de waarde  $\text{gewenste gemiddelde temperatuur} * 1440$ . De teller voor de verstreken nachtduur wordt weer op 0 gezet. Het resetten van de sommen en de teller gebeurt tijdens de dag, indien de teller niet 0 is. Door de voorwaarde op deze manier te stellen wordt ook een storing tijdens de exacte nacht-dag overgang opgevangen.

Figuren 1, 2 en 3 geven het verloop van de sommen en teller aan, resp. bij een normale situatie, bij een storing op de dag, en een storing 's nachts.

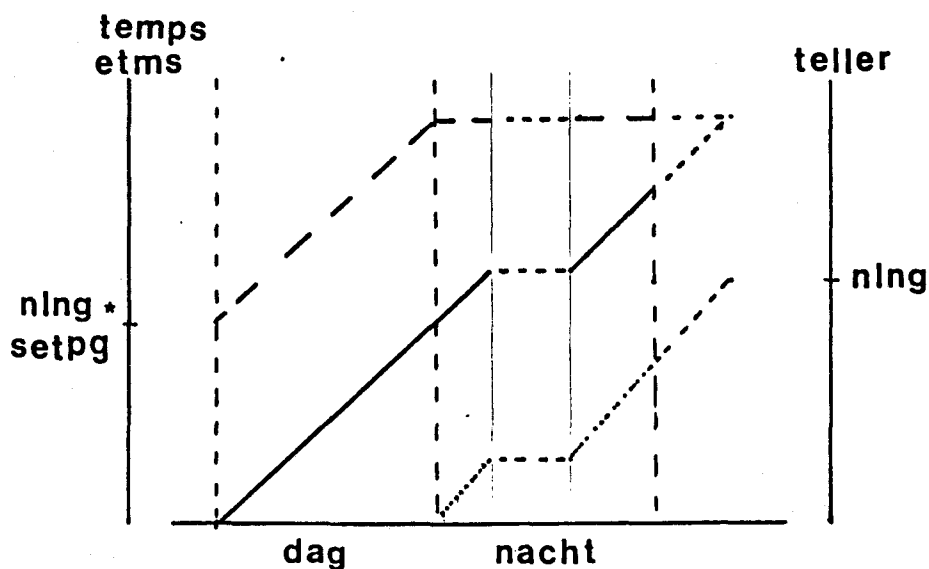


Figuur 1. Het verloop van de gerealiseerde temperatuursom (—), de gewenste etmaalsom (---), en de teller voor de nachtduur (.....) gedurende een storingsvrij etmaal.

etms = gewenste etmaalsom, nlng = nachtlengte, setpg = gewenste gemiddelde temperatuur, temps = gerealiseerde temperatuursom.



Figuur 2. Het verloop van de gerealiseerde temperatuursom (—), de gewenste etmaalsom (— —), en de teller voor de nachtduur (.....) gedurende een etmaal met een storingsperiode op de dag.  
etms = gewenste etmaalsom, nling = nachtlengte, setpg = gewenste gemiddelde temperatuur, temps = gerealiseerde temperatuursom.

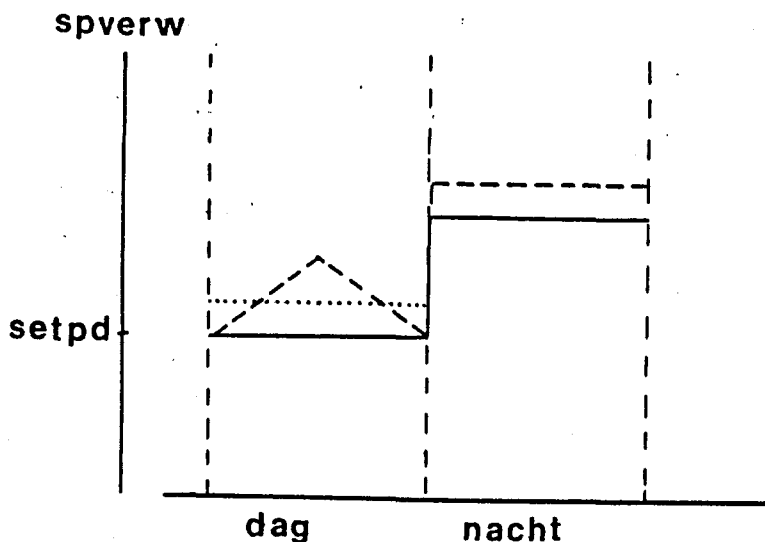


Figuur 3. Het verloop van de gerealiseerde temperatuursom (—), de gewenste etmaalsom (— —), en de teller voor de nachtduur (.....) gedurende een etmaal met een storingsperiode 's nachts.  
etms = gewenste etmaalsom, nling = nachtlengte, setpg = gewenste gemiddelde temperatuur, temps = gerealiseerde temperatuursom.

## 2.2 Lichtinvloed.

Zoals reeds in de inleiding geschreven is, werd dit programma ontwikkeld voor een proef waarbij verschillende dag/nacht temperatuurregimes met eenzelfde gemiddelde etmaaltemperatuur vergeleken worden. Door instraling kan de dagtemperatuur van m.n. een behandeling met een lage dagtemperatuur, veel hoger worden dan gewenst. Bij deze regeling wordt dan, om niet boven de gewenste etmaalsom uit te gaan, de nachttemperatuur verlaagd. T.g.v. de stralingsinvloed vervagen dus de verschillen tussen de behandelingen. Deze verstoring kan enigszins opgevangen worden door zowel de dagtemperatuur als de gewenste etmaalsom o.i.v. instraling te verhogen.

De normale lichtverhoging op de dagtemperatuur, zoals deze ook in andere regelprogramma's aanwezig is, wordt hier tevens gebruikt om de gewenste etmaalsom te verhogen. De lichtverhoging wordt met een factor etmaallengte/daglengte vermenigvuldigd. Het effect van deze vermenigvuldiging is dat ondanks de lichtinvloed het verschil tussen gemiddelde dagtemperatuur en gemiddelde nachttemperatuur gelijk blijft. Figuur 4 verduidelijkt dit voor een regime met een lage dag- en een hoge nachttemperatuur.



Figuur 4. De invloed van licht op het setpoint verwarming(ruimtetemperatuur).  
setpd = setpoint dagtemperatuur, spverw = setpoint verwarming.

- :verloop setpoint zonder lichtinvloed
- - - :verloop setpoint met lichtinvloed
- .....:gemiddelde dagtemperatuur bij lichtinvloed

De ingestelde lichtverhoging moet groot zijn om de verstoring van instraling te beperken. Omdat men over een langere tijd (b.v. een week) een bepaalde, niet te hoge gemiddelde temperatuur nastreeft, zal de (basis)dagtemperatuur en de (basis) gemiddelde temperatuur laag moeten zijn.

### 3. RESULTATEN EN DISCUSSIE.

Het gestelde doel n.l. het bereiken van een bepaalde gemiddelde temperatuur onafhankelijk van het dag/nacht temperatuurregime, is met dit programma goed te verwezenlijken. In de lagewatertemperatuurkas (307) werd dit programma van december '84 t/m mei '85 gebruikt. Van de 8 afdelingen werd de dagtemperatuur bij 2 afdelingen hoog ingesteld, bij 2 laag en bij de overige 4 tussen hoog en laag in. Het verschil tussen de hoge en de lage dagtemperatuur bedroeg afhankelijk van het seizoen 4 tot 6 oC. Per dag was het temperatuurverschil tussen de afdeling met de hoogste en de laagste gerealiseerde gemiddelde temperatuur niet groter dan 0.5 oC. Over de periode 1-12-'84 t/m 28-4-'85 was het verschil tussen de afdeling met de hoogste en de afdeling met de laagste gemiddelde temperatuur kleiner dan 0.2 oC, op een gemiddelde temperatuur van 17.4 oC. Deze resultaten gelden uiteraard op het meetpunt.

De dagen dat de Siemens 330 of de microcomputer voor meer dan 1 uur buiten bedrijf zijn geweest zijn niet meegeteld. In totaal zijn er in een periode van 149 dagen 36(24 %) dagen met een dergelijke storing geweest. Een aantal (ong. 15) storingsdagen zijn te wijten aan het opzettelijk buiten werking stellen van de micro t.b.v. een foutdetectie.

Met de komst van het multilevelsysteem als vervanger van de S330 zal het aantal storingsdagen verminderd worden. Omdat de bij de S330 de programma-ruimte beperkt is, moet gewerkt worden met gehele getallen. Op het multilevel systeem kan met gebroken getallen gewerkt worden, dit zal de nauwkeurigheid van het programma nog meer vergroten.

Het hier beschreven programma werkt met slechts 2 dagdelen. Het daggedeelte kan echter, bij voldoende programmaruimte, zonder problemen onderverdeeld worden.

Om de gewenste gemiddelde etmaaltemperatuur nauwkeurig te bereiken is een stabiele periode aan het einde van het etmaal noodzakelijk. Het evt. openen van een scherm moet dus niet aan het einde van de nacht, maar in het begin van de dag gebeuren. Een temperatuurpiek bij het sluiten van het scherm 's avonds zal een tot lagere gewenste temperatuur voor de rest van de nacht leiden.



BIJLAGE  
PROGRAMMALISTING MET EXTRA COMMENTAAR.

Van het programmeel 'verwarmen met behulp van temperatuursom' wordt hier een listing gegeven en zonodig voorzien van extra commentaar. Het verwarmingsprogramma bestaat uit 2 delen t.w. het eerste dagdeel = dag, en het tweede dagdeel = nacht. De dagdelen kunnen gerelateerd worden aan zon-op en zon-onder. Uitkomsten van berekeningen met gehele getallen worden door de computer afgekapt tot gehele getallen. Ook als van een gebroken getal een geheel getal gemaakt wordt, gebeurt dit door afkappen. Om van een afkapping een juiste afronding te maken wordt eerst een 0.5 opgeteld.

omschrijving gebruikte variabelen

KAST	gemeten kasttemperatuur
TKAS	gemeten kasttemperatuur als geheel getal
SPVERW	berekend setpoint verwarming als gebroken getal
SPVRW	berekend setpoint verwarming als geheel getal
DLNG	daglengte
NLNG	nachtlengte
ETMS	gewenste etmaalsom
TEMPS	gerealiseerde etmaalsom
TELLER	teller voor de nachtduur
SETPD	setpoint dagtemperatuur (zonder lichtverhoging)
SETPG	gewenste gemiddelde etmaaltemperatuur

```

* 338:200 CONTINUE
* 339:C VERWARMING MET BEHULP VAN TEMPERATUURSON
* 340: REAL SPVERW,BUIST,SETPW
* 341: DIMENSION CODE(3)
* 342: DIMENSION BUIS(3)
* 343: REAL MIN(3),MAX(3),UIT(3),SETP(3)
* 344: IF(P(F+130).NE.1.) GOTO 300
* 345:C OPHALEN VAN ALLE SETTINGS!
* 346:C VOOR EEN NETTE AFKAPPING WORDT ER EEN 0.5 BIJ KAST OPGETELD
* 347: TKAS=KAST+0.5
* 348: PF15=P(F+15)
* 349: IF(PF15.NE.0) SPVERW=FER(PF15)
* 350: SETPG=P(F+176)
* 351: PF177=P(F+177)
* 352:C ETMAALSON
* 353: IF(PF177.NE.0) ETMS=FER(PF177)
* 354: PF178=P(F+178)
* 355:C TEMPERATUURSON
* 356: IF(PF178.NE.0) TEMPS=FER(PF178)
* 357: PF179=P(F+179)
* 358: IF(PF179.NE.0) TELLER=FER(PF179)
* 359: PF135=P(F+135)
* 360: PF136=P(F+136)
* 361:C DAG- EN NACHT-LENGTE BEPALEN
* 362: DLNG=(ZONON+PF136)-(ZONOP+PF135)
* 363: NLNG=1440-DLNG
* 364:C
* 365: CALL DAGTYD(P(F+134),4,DAG)

```

DAGTIJD = subroutine voor het bepalen van het heersende dagdeel

```

* 366:C      EERSTE DAGDEEL
* 367:      IF(DAG.NE.1)GOTO 281
* 368:C
* 369:C      ALS DE TELLER 88 DAN IS INITIALISATIE VAN DE SOMMEN NODIG
* 370:      IF(TELLER.EQ.8)GOTO 282
* 371:C      NIEUWE SETTINGS VOOR EEN NIEUWE DAG.
* 372:C      TRUC OM PROBLEMEN TE VOORKOMEN MET ETMS EN TEMPS, DEZE TWEE
* 373:C      ZIJN BEIDE INT*2 EN DOOR 1448*18 ER VANAF TE TREKKEN BLIJVEN
* 374:C      WE BINNEN DE RANGE.
* 375:      ETMS=(SETPG*NLNG)-14488
* 376:      TELLER=8
* 377:      TEMPS=-14488
* 378:282    CONTINUE
* 379:C      SETPOINTBEREKENING
* 380:      SETPD=P(F+131)
* 381:      CALL SETP3L(P(F+131),14,SPVERW)

```

SETP3L = subroutine waarin SETPD verhoogd wordt met de in deze subroutine berekende lichtverhoging, het resultaat is SPVERW.

```

* 382:      IF (PF15.NE.8) FER(PF15)=SPVERW
* 383:C      VOOR EEN NETTE AFKAPPING WORDT ER EEN 8.5 OPGETELD.
* 384:      SPVRW=SPVERW+8.5
* 385:      ETMS=ETMS+SETPG+(((SPVRW-SETPD)*1448/DLNG)+8.5)
* 386:      IF(PF177.NE.8) FER(PF177)=ETMS
* 387:C

```

In regel 385 wordt de gewenste etmaalsom (ETMS) vermeerderd met de gewenste gemiddelde temperatuur (SETPG) en de lichtverhoging (berekend als het verschil tussen SPVRW en SETPD) vermenigvuldigd met 1440(=etmaallengte)/DLNG.

```

* 388:C      VERVOLG DAGDEEL 1: MIN EN MAX BUIS BEPALEN VOOR DE 3 HETTEN.
* 389:C      MIN(1) EN MAX(1)
* 390:      MIN(1)=P(F+145)
* 391:      MAX(1)=P(F+149)
* 392:C      MIN(2) EN MAX(2)
* 393:      MIN(2)=P(F+150)
* 394:      MAX(2)=P(F+154)
* 395:C      MIN(3) EN MAX(3)
* 396:      MIN(3)=P(F+155)
* 397:      MAX(3)=P(F+159)
* 398:C
* 399:C      EINDE DAGDEEL 1
* 400:      GOTO 228

```

```

* 402:201 CONTINUE
* 403:C TWEDE DAGDEEL
* 404: IF(DAG.NE.2)GOTO 300
* 405: IF(TELLER.GE.NLNG)GOTO 300
* 406:C SETPOINT NACHT WORDT DOOR SPVERW AANGEGEVEN (SPVERW=SETPN).
* 407:C HET OP DEZE WIJZE WEERGEVEN SCHELT WEER EEN VARIABLE.
* 408: SPVERW=((ETMS-TEMPS)/(NLNG-TELLER))+0.4
* 409: IF(SPVERW.LT.P(F+184)) SPVERW=P(F+184)
* 410: IF(SPVERW.GT.P(F+185)) SPVERW=P(F+185)
* 411: TELLER=TELLER+1
* 412:C
* 413:C IF(PF179.NE.0) FER(PF179)=TELLER
* 414: IF(PF15.NE.0) FER(PF15)=SPVERW

```

In regel 408 wordt het setpoint verwarming voor de nacht berekend. De resterende nachtduur wordt bepaald door de berekende totale nachtduur te verminderen met een teller welke tijdens de nacht iedere minuut met 1 opgehoogd wordt. Voor een juiste afronding zou 0.5 bij de deling opgeteld moeten worden. Door 0.4 i.p.v. 0.5 op te tellen zal gedurende de nacht het gestuurde setpoint iets onder de exact berekende (met 0.5) liggen. Het resultaat hiervan is dat naar het einde van de nacht het gestuurde setpoint iets op zal lopen. De gewenste gemiddelde temperatuur (of de gewenste etmaalsom) wordt zo beter bereikt, omdat bij het sturen van de exact berekende temperatuur de gewenste etmaalsom gemakkelijker overschreden wordt.

```

* 416:C VERVOLG DAGDEEL 2; MIN EN MAX BUIS BEPALEN VAN DE 3 NETTEN
* 417:C MIN(1) EN MAX(1)
* 418: MIN(1)=P(F+160)
* 419: MAX(1)=P(F+164)
* 420:C MIN(2) EN MAX(2)
* 421: MIN(2)=P(F+165)
* 422: MAX(2)=P(F+169)
* 423:C MIN(3) EN MAX(3)
* 424: MIN(3)=P(F+170)
* 425: MAX(3)=P(F+174)
* 426:C
* 427:C EINDE DAGDEEL 2
* 428:C GOTO 220 (IS EEN COMMENTAARREGEL WANT DIT VOLGT HIEROP!)
* 429:C
* 430:C
* 431:220 CONTINUE
* 432:C BIJHOUDEN GEREALISEERDE TEMPERATUURSON EN
* 433:C VEGSCHRIJVEN TELLER EN TEMPERATUURSON
* 434: TEMPS=TEMPS + TKAS
* 435: IF(PF178.NE.0) FER(PF178)=TEMPS
* 436: IF(PF179.NE.0) FER(PF179)=TELLER

```

Vanaf regel 431 wordt het programma zowel in de dag als de nacht doorlopen. In regel 434 wordt de tot dan toe gerealiseerde temperatuursom vermeerderd met de gemetem kasttemperatuur.